

小型無人超音速機の飛行経路解析：研究成果報告

著者	長尾 友，溝端 一秀
雑誌名	室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センター年次報告書
巻	2007
ページ	25-28
発行年	2008-09
URL	http://hdl.handle.net/10258/00008703

小型無人超音速機の飛行経路解析：研究成果報告

著者	長尾 友，溝端 一秀
雑誌名	室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センター年次報告書
巻	2007
ページ	25-28
発行年	2008-09
URL	http://hdl.handle.net/10258/00008703

小型無人超音速機の飛行経路解析 ― 研究成果報告

○ 長尾 友（航空宇宙システム工学専攻 高速流体力学研究室）
溝端 一秀（機械システム工学科 准教授）

1. はじめに

本研究は、航空宇宙機システム研究センターで進められている小型無人超音速機の研究開発プロジェクトの中で、2006 年度に提案されたタイプの飛行経路解析を実施し、同機を用いた飛行実験の成立性の検討を行った。

2. 機体諸元・空力特性・推力

解析を行った機体 M2006 型の概観を図 1 に、機体三面図を図 2 に、機体諸元を表 1 に、重量推算値を表 2 に示す。

この機体の全長は 3[m]，胴体径は 0.18[m]，翼幅は 1.609[m]である．重量については，3 次元 CAD「CATIA V5」を使用して設計された機体に材料を仮定して質量を推算した．材料はアルミニウム合金を想定している．本研究で使用した空力係数は，JAXA/ISAS の風洞を使用して得られたものである．推力については本センターで研究・開発中の小型ターボジェットエンジンの 1 次元サイクル解析によって予備的に推算された推力性能マップ，比推力性能マップ，吸い込み空気流量マップを使用している．

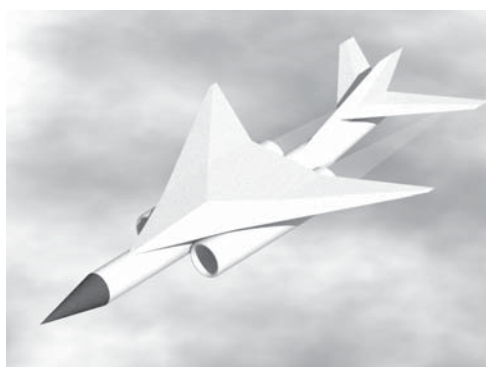


図 1 M2006 型の概観

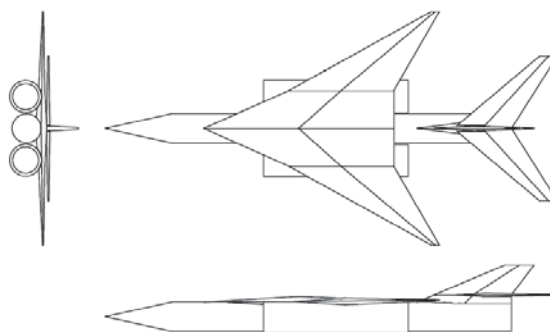


図 2 機体三面図

表 1. 機体諸元

全長	3	[m]
全幅	1.609	[m]
翼面積	0.995	[m ²]
アスペクト比	2.71	[m]
胴体径	0.18	[m]
ノーズコーン半径	0.03	[m]

表 2. 重量推算値

機体重量	42.8	[kg]
エンジン（一基）	80.0	[kg]
アヴィオニクス系重量	8.1	[kg]
燃料重量	24.6	[kg]
機体総重量	155.5	[kg]

3. 解析手法

本解析では、図3に示すような地球を中心とする3自由度慣性極座標系を想定し、飛行体を質点とした下に示す運動方程式を数値的に解くことにより、飛行経路解析を行った。

r は地球の中心と質点の距離、 θ は経度、 φ は緯度、 m は機体の質量、 F_r, F_θ, F_φ はそれぞれに作用する力、 ω は地球の自転の角速度である。機体には揚力、抗力、推力、重力が作用するものとする。

$$\left. \begin{aligned} \ddot{r} - r\dot{\theta}^2 \cos^2 \varphi - r\dot{\varphi}^2 &= \frac{F_r}{m} \\ 2\dot{r}\dot{\theta} \cos \varphi + r\ddot{\theta} \cos \varphi - 2r\dot{\theta}\dot{\varphi} \sin \varphi &= \frac{F_\theta}{m} \\ r\ddot{\varphi} + 2\dot{r}\dot{\varphi} + r\dot{\theta}^2 \cos \varphi \sin \varphi &= \frac{F_\varphi}{m} \end{aligned} \right\}$$

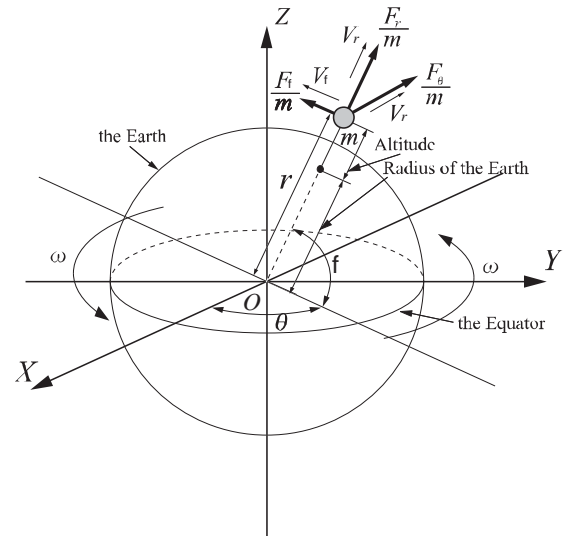


図3. 3自由度慣性極座標

4. 解析結果

本研究での飛行プロファイルは、射場と想定した大樹町多目的航空公園を離陸、その後上昇し、目標とする飛行マッハ数1.6を目指す。その後、減速・旋回し、射場に帰還飛行を試みる。

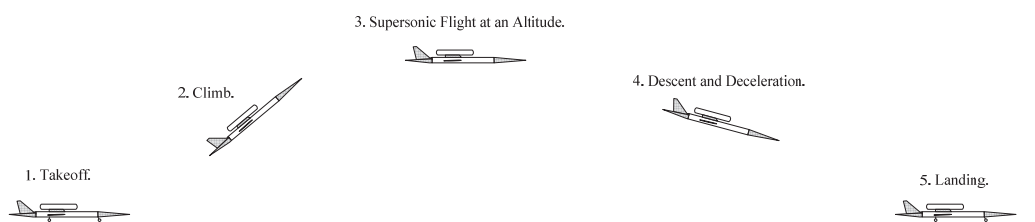


図4. 飛行プロファイル

取得された空力係数は風洞試験においてエンジン流路が閉鎖された状態でのものであるが、本解析では抗力係数の補正は行わなかった。

4.1 解析結果1: 現段階で可能な飛行

経路結果の結果、アフターバーナー（燃空比0.03）を使用して高度11[km]を飛行した場合、目標とする超音速飛行は可能であることが予測された。このときの経路の鳥瞰図、飛行マッハ数、飛行高度の推移を図5, 6, 7に示す。目標としている超音速飛行は達成できたものの、飛行プロ

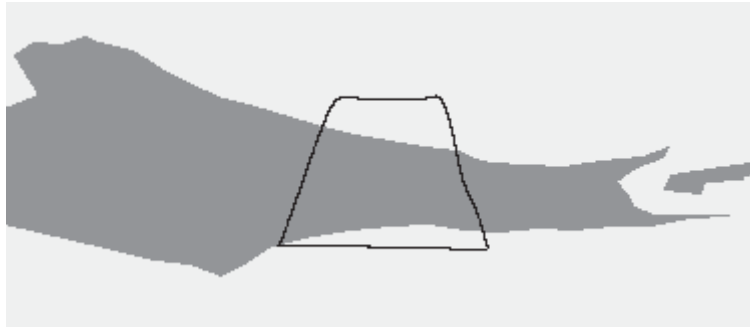


図 5. 経路の鳥瞰図

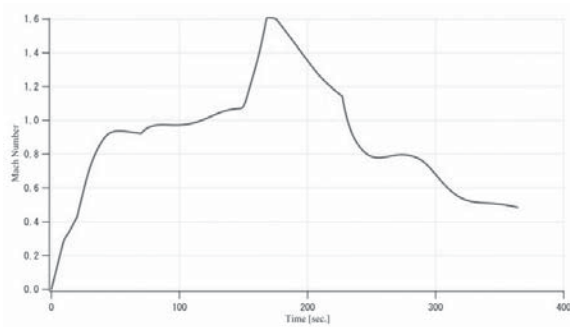


図 6. 飛行マッハ数推移

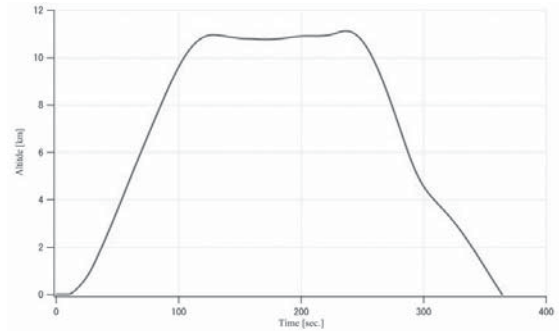


図 7. 飛行高度推移

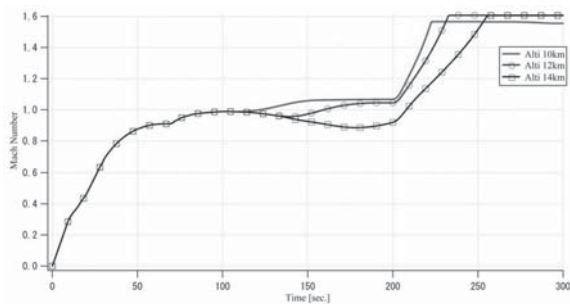


図 8. 飛行マッハ数推移

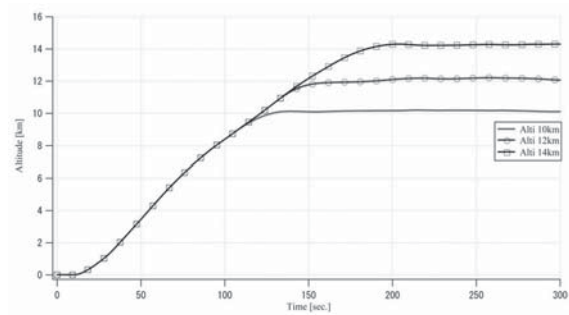


図 9. 飛行高度推移

ファイルの帰還飛行は達成が困難であることが予測された。

4.2 解析結果2: 高度と到達マッハ数の比較

この解析では高度と到達マッハ数の比較を行った。飛行高度を 10[km], 12[km], 14[km]と設定し、アフターバーナーを使用することにより到達マッハ数の比較を行った。このときの飛行マッハ数、飛行高度の推移を図 8, 9 に示す。これより、高度 12[km]程度が最高マッハ数 1.6 を得るのに、最も低い高度であると予測された。

5. まとめ

本研究では、2006 年度に提案された小型無人超音速機に関して、3 自由度慣性極座標による飛行経路解析を行った。その結果、現段階ではアフターバーナーを使用することによりマッハ数 1.6 に到達することが予測された。また、そのときの飛行高度は 12[km]以上が好ましいと考えられる。現段階で飛行プロファイルに基づくミッションの達成は困難であると予測される。それは燃料が

十分に搭載できないためである．これより飛行実験の実現性を高めるためには，搭載燃料増加のための機体の内部体積増加が必要であるといえる．